

Die Ertragsfähigkeit des Standortes und dessen Gefährdung durch Bodenerosion

Bernhard Keil¹

1 Die Ertragsfähigkeit des Standortes

Die Ertragsfähigkeit ist für den Landwirt eine wesentliche Größe. Während für den Ackerbauer der erzielbare Naturalertrag in dt/ha im Vordergrund steht, ist es für den Betriebswirt eher der Reinertrag in EUR/ha als monetäre Größe. Letzterer ist jedoch vereinfacht ausgedrückt auch entscheidend von der Höhe des Naturalertrages abhängig. Ausreichende Informationen und Kenntnisse über den Standort und dessen Ertragsfähigkeit sind für viele Fragestellungen wichtig.

Das nachhaltige durchschnittliche Leistungsvermögen eines Standortes bei wirtschaftlich vertretbarem Bewirtschaftungsaufwand ist flächenhaft und zeitlich veränderlich. Es ist jedem Landwirt bekannt, dass innerhalb einer einheitlich bewirtschafteten bzw. genutzten Fläche deutliche Unterschiede hinsichtlich der Ertragsfähigkeit vorliegen können.

2 Die Bedeutung der Eiszeit für die Bodenbildung

Bei vielen Bodenkundlern, aber auch Bodenschätzern ist noch zu wenig bekannt, welche besondere Bedeutung der Eiszeit für die Bodenbildung zukommt. Die Gletscher der großen nordeuropäischen Vereisung reichten bis an die Mittelgebirge heran. Dagegen bedeckten die Gletscher im Alpenbereich nur das Alpenvorland bis etwa auf Höhe der Schwäbischen Alb bzw. der Donau. In den Mittelgebirgen herrschten bei spärlicher Pflanzendecke (Vegetation) Dauerfrostbedingungen (Permafrost) vor, wie sie heute für die Tundra gelten.

Während der sommerlichen Auftauphase kam es im Bereich der Hänge zu Bodenfließen (Solifluktion). In mehr oder weniger ebenen Lagen fanden, aufgrund von Frostwechselprozessen (Auftauen und Gefrieren), Durchmischungsvorgänge (Kryoturba-tion) statt, die die anstehenden Gesteine aufarbeiteten. Die Vorgänge wie Bodenfließen und Frostwechselprozesse haben unterschiedliche Lagen über dem anstehenden Gestein geschaffen. Deren Eigenschaften beeinflussen bis heute maßgeblich die Böden im Bereich der Mittelgebirge.

Außerdem wurde durch die Wirkung des Windes feiner Lößstaub in die Landschaft eingeweht. Dies erfolgte bei überwiegend Westwindlagen. Im Windschatten der Osthänge finden sich deshalb meist die besseren Böden. Mächtige Lößablagerungen liegen in Senkengebieten. In diesen haben sich häufig Parabraunerden und unter trockenen Bedingungen Übergänge zu Schwarzerden gebildet. Die Parabraunerden stellen aus landwirtschaftlicher Sicht die heutigen Hochleistungsstandorte dar. Die Naturalerträge übertreffen die der Schwarzerden.

3 Die Ertragsfähigkeit des Standortes als Funktion der Speicherkapazität des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser

Landwirte haben meist gute bis sehr gute Kenntnisse über Pflanzenschutz und Düngung. Gespräche mit Praktikern vor Ort zeigen jedoch häufig, dass die Bedeutung des Unterbodens hinsichtlich Durchwurzelung und Wasserhaushalt deutlich unterschätzt bzw. nicht hinreichend bekannt ist.

In der Regel begrenzen nicht die bodenchemischen, sondern die bodenphysikalischen Eigenschaften den Ertrag. Die Durchwurzelbarkeit des Unterbodens hat einen entscheidenden Einfluss auf den Pflanzenertrag. Die Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt des in 1 m Tiefe liegenden Unterbodens einer Parabraunerde. Es ist zu erkennen, wie günstig das Bodengefüge ausgebildet und der Boden durchwurzelbar ist. Er weist viele mit dem Auge sichtbare feine Poren (Makroporen) auf. Teilweise sind Regenwurmgänge zu erkennen.

¹ Oberfinanzdirektion Frankfurt am Main,
Zum Gottschalkhof 3, 60594 Frankfurt am Main
E-Mail-Adresse: Bernhard.Keil@ofd.hessen.de

Abbildung 2: Unterboden eines tiefgründigen Lößbodens (Parabraunerde) in 1 m Tiefe mit vielen „Nadelstichporen“ (Makroporen), Feinwurzeln und Regenwurmgingen. Standort: Rauschholzhausen, Ebsdorfergrund

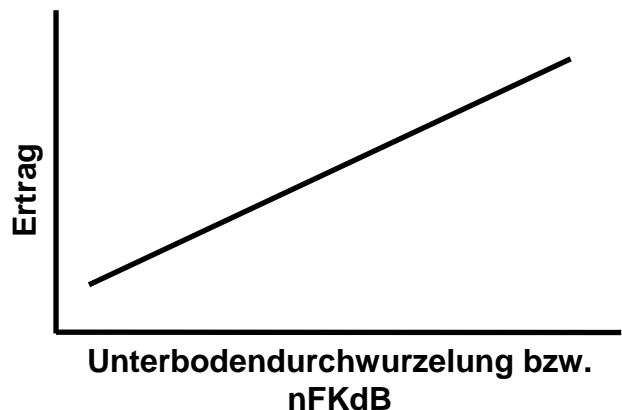


Die Abbildung 3 zeigt den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen dem Ertrag und der Unterbodendurchwurzelung bzw. der pflanzenverfügbaren Menge an Bodenwasser im durchwurzelbaren Bodenraum. Die Unterbodendurchwurzelung kann Wurzellängen von 10 bis 15 km/m² erreichen. Die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser erreicht bei Lößböden, bezogen auf einen 1 m durchwurzelbaren Bodenraum, einen Wert von 200 Liter bzw. mm Wasser/m². Ausgehend von diesem Wert können Erträge von 80 bis 100 dt/ha und mehr erreicht werden.

Landwirtschaftliche Kulturen wie Zuckerrübe, Raps und Weizen durchwurzeln - sofern es die Bodenverhältnisse zulassen - den Boden sogar bis in eine Tiefe von 2 m. Dies ist in Lößgebieten häufig gegeben. Der Wasserentzug unserer Kulturpflanzen reicht auf tiefgründigen Lößböden sogar bis 3 m.

Die Unterbodendurchwurzelung steht in enger positiver Beziehung zum Pflanzenertrag. Eine zunehmende Durchwurzelbarkeit und Tiefgründigkeit des Unterbodens führt zu höheren Mengen an pflanzenverfügbarem Wasser im Bodenprofil. Diese Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser wird auch als nutzbare Wasser- bzw. Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB) bezeichnet.

Abbildung 3: Schematischer Zusammenhang zwischen Ertrag und Unterbodendurchwurzelung bzw. Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB)



Die nFKdB bestimmt maßgeblich die Ertragsfähigkeit eines Standortes. Bei einem Weizenertrag von 100 dt/ha, was 1 kg/m² entspricht, werden ca. 200 kg N/ha benötigt. Die dafür notwendige Wassermenge beträgt 4 bis 5 Millionen Liter bzw. kg Wasser. Dies entspricht einem Wasserbedarf von 400 bis 500 Liter Wasser je kg Weizen (Transpirationskoeffizient). Hochwertige Lößböden, z. B. Parabraunerden, speichern bis in 1,2 m Tiefe etwa die Hälfte dieser Wassermenge. Die Kulturpflanzen durchwurzeln, wie oben ausgeführt, den Boden häufig noch tiefer.

4 Die Erfassung der Ertragsfähigkeit durch die Bodenschätzung

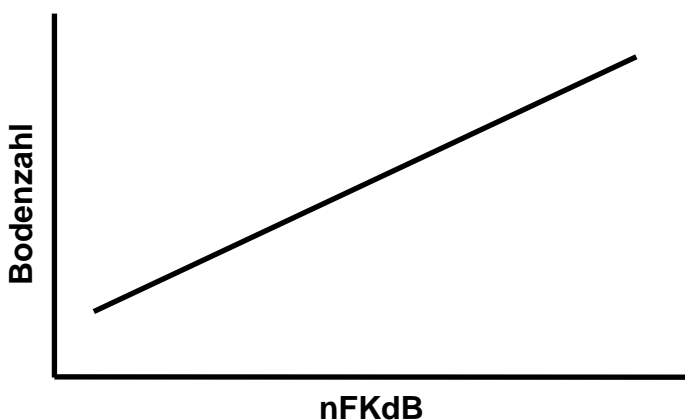
Die Bodenschätzung ist seit nunmehr fast 75 Jahren das einzige flächendeckende Bewertungsverfahren für die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich nutzbarer Böden. Die entsprechenden Daten können, soweit digitalisiert, für Hessen im *BodenViewer Hessen* unter der Internetadresse www.hlug.de eingesehen werden.

Die Vergleichsstücke sind die „Musterstücke“ auf Gemarkungsebene. Anhand der aufgegrabenen Vergleichsstücke können bodenkundliche Kenntnisse, insbesondere hinsichtlich der bodenphysikalischen Eigenschaften (Durchwurzelbarkeit, Wasserhaushalt und Bodengefüge) auch für den praktischen Landwirt vermittelt bzw. vertieft werden.

Mittels Bodenart, Zustandsstufe bzw. Bodenstufe und Entstehung werden die

Durchwurzelbarkeit und die herausragende Bedeutung des Wasserhaushaltes der Böden berücksichtigt. Dies gilt sowohl für Acker- als auch Grünland. Hohe Bodenzahlen weisen auf ein hohes Speichervermögen des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser hin. Niedrige Bodenzahlen kennzeichnen entsprechend geringe Werte. Die Abbildung 4 stellt diesen Zusammenhang schematisch dar. Er gilt grundsätzlich auch für die Grünlandgrundzahl.

Abbildung 4: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Bodenzahl und Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB)



5 Die Gefährdung der Ertragsfähigkeit durch Bodenerosion

Bei der Bodenerosion werden mineralische und organische Bodenbestandteile verlagert. Die Wassererosion spielt eine wichtige Rolle. Sie wird durch Regentropfen ausgelöst und kann flächenhaft (Flächenerosion) oder auch linienhaft (Rillenerosion) erfolgen. Bei der nächsten Bodenbearbeitung werden die örtlichen Spuren der Bodenerosion meist beseitigt und die Bodenoberfläche wieder eingeebnet. Der Verlust an Nährstoffen kann zur Nährstoffbelastung von Gewässern (Eutrophierung) führen. Die herabgesetzte Wasseraufnahme von Böden in Verbindung mit Bodenerosion kann Hochwasserbelastungen begünstigen.

Im Laufe der Jahre wird, durch viele schwache bis mäßig starke Abflussereignisse, die Bodenoberfläche flächenhaft tiefer gelegt. Die Langsamkeit der flächenhaften Bodenerosion führt dazu, dass ihre Bedeutung unterschätzt wird. Sie wird als schleichende

Bodenerosion bezeichnet, da sie Bodenprofile allmählich verkürzt.

5.1 Nutzungsaufgabe von landwirtschaftlichen Flächen seit dem Mittelalter aufgrund von Bodenerosion

Natürliche Abtragungsprozesse, ohne Einfluss des Menschen, treten nur auf vegetationsarmen Flächen auf. In den gemäßigten Breiten schützten die Wälder die Bodenoberfläche nahezu vollständig vor natürlichen Abtragungsprozessen. So war Deutschland zur Zeit der Völkerwanderung, also im 4. bis 6. Jahrhundert n. Chr. nahezu vollständig bewaldet. Im Mittelalter dagegen war der Waldanteil nur halb so hoch wie heute, in Hessen ca. 20 % statt heute 42 %. Durch Bodenerosion und insbesondere Tiefenerosion (Rillenerosion) mussten landwirtschaftlich genutzte Standorte auf Dauer aufgegeben werden. In Mittelgebirgslagen können solche Flächen heute noch besichtigt werden.

5.2 Gefügestabilität heutiger Böden gegenüber früher in der Regel verbessert

Ein Boden, der sich durch ein stabiles und günstiges Gefüge in der Krume und damit einen günstigen Kulturstand auszeichnet, ist weniger anfällig gegen Verschlammung und Bodenerosion.

Die Bodenschätzungsarbeiten in Hessen, bei denen jährlich rund 120 bis 160 Vergleichsstücke aufgedrungen werden, zeigen, dass es keine Veranlassung gibt, in Unruhe hinsichtlich Schadverdichtung und großflächiger Probleme wegen ungünstigen Bodengefüges zu verfallen. Die Böden sind besser im Kulturstand als sie es in der Nachkriegszeit oder vor etwa 30 Jahren noch waren.

Viele Flächen werden bereits mit reduzierter Bodenbearbeitung bewirtschaftet. Die Bodenruhe und der Verbleib der Erntereste auf der Bodenoberfläche fördern den Regenwurm, den wichtigsten „Mitarbeiter“ des Landwirtes. Insbesondere die Gänge der tief grabenden Regenwürmer sichern die Infiltration von Regenwasser und wirken somit der Bodenerosion entgegen. Offene Regenwurmkanaäle auf der Bodenoberfläche sind

besonders wertvoll. Selbst wenn im Übergang zum Unterboden ein etwas ungünstigeres Gefüge vorliegen sollte, wird dieser „Flaschenhals“ durch den Regenwurm perforiert. Der günstige Regenwurmbesatz vieler Böden ist positiv zu bewerten. Die Verschlammungsneigung ist häufig rückläufig. Die Kalkung fördert sowohl den Regenwurm also auch die Stabilität der Bodenaggregate.

5.3 Aktuelle Beobachtungen von Bodenerosion

Die Bodenschätzung bietet die Möglichkeit, die Ertragsfähigkeit von Standorten im Zeitablauf seit den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts zu verfolgen. Auch hinsichtlich der Bodenerosion können im Rahmen der Aktualisierung der Bodenschätzung Feststellungen getroffen werden. So zeigt sich in Mittelgebirgslagen, aber auch in Lößlandschaften, dass Bodenprofile unter Ackernutzung seit der Erstschätzung an Ober- und Mittelhängen tendenziell durch Bodenerosion verkürzt sein können.

Die äolisch beeinflusste Hauptlage ist weit verbreitet und somit sind auch schluffige bzw. vom Schluff beeinflusste Oberböden häufig anzutreffen. Aber auch sandige und sogar tonige Böden können *flächenhafte Abspülung* und *Sedimentation* am Hangfuß bzw. Wegrand erfahren. Insbesondere in Verbindung mit Mais, der erst spät im Frühjahr den Boden bedeckt, ist dies vom Verfasser in den letzten Jahren wiederholt zu beobachten gewesen. Die Profilverkürzung kann zu einer anderen Zustandsstufe führen, z.B. von der Zustandsstufe 5 zur Zustandsstufe 6. Im Einzelfall kann sogar die Ackernutzung aufgegeben werden, weil der Skelettanteil überproportional angestiegen ist. Anstelle der Entstehung Verwitterungsböden (V) kann die Entstehung Gesteinsböden (Vg) treten.

In einem Fall wurde eine am Hang gelegene Fläche in 1952 als Acker geschätzt und wenig später in Grünland umgewidmet. Ende der 70er Jahre erfolgte für den oberen Teil der Fläche eine erneute hangparallele Ackernutzung, während der untere Flächenanteil weiterhin als Grünland genutzt wurde. Die Bodenerosion auf der Ackerfläche war seit den 70er Jahren so stark, dass auf einer

Hanglänge von 60 m unmittelbar am angrenzenden Weidezaun ein ca. 1 m mächtiger Kolluvisol entstand. Das dort auf einige Meter Breite angesammelte Material entspricht in etwa dem Substanzverlust auf der insgesamt ca. 10 cm tiefer gelegten Fläche. Die noch in 1952 einheitlich geschätzte Fläche mit der Klasse SL 5 V 37/35 wurde bei der Nachschätzung in 2009 in die Klassen SL 6 V 21/18, SL 6 V 32/29 und IS 5 V 36/32 unterteilt. Der Kolluvisol wurde der Klasse SL 3 V 53/48 zugeordnet. Die Veränderung ist u.a. anhand eines Vergleichsstückes dokumentiert, das alt der Bodenklasse SL 5 V und nunmehr der Klasse SL 6 V zugeordnet wurde.

An einem weiteren Beispiel eines Vergleichsstückes wurde dargelegt, dass bei einer Hangneigung von 8 - 10 % aus einer erodierten Parabraunerde, aufgrund einer Profilverkürzung um ca. 40 cm seit den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts bis ins Jahr 2008, eine Pararendzina entstand.

Am Unterhang bzw. am Hangfuß entstehen in solchen Fällen mächtige Kolluvisole. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil des Bodenmaterials über die Vorfluter in den Außenbereich und darüber hinaus verlagert wird. Im Einzelfall können innerhalb weniger Jahrzehnte so beachtliche Effekte auftreten.

Bodenerosion kann aber auch durch Wasserabfluss von versiegelten Flächen wie Wegen verursacht sein und dann selbst dort festgestellt werden, wo eine reduzierte Bodenbearbeitung stattfindet. Die Ursache liegt dann nicht beim Landwirt selbst.

7 Zusammenfassung

Die Kenntnis der Ertragsfähigkeit eines Standortes ist für viele Anwendungen von Bedeutung. Die Ertragsfähigkeit hängt maßgeblich von der Durchwurzelbarkeit des Unterbodens und der Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im durchwurzelbaren Bodenraum ab.

Die Veränderungen der Ertragsfähigkeit durch Bodenerosion sind bei der Bodenschätzung durch Nachschätzung zutreffend zu erfassen.